

Aus dem Institut und der Poliklinik für Arbeitsmedizin
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. G. Fruhmann

DER EINFLUSS EINER
AKUTEN UND CHRONISCHEN EXPOSITION
GEGENÜBER CALZIUMOXID - STÄUBEN
AUF DIE LUNGENFUNKTION

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von

Wolfram Heinz

aus

Georgsmarienhütte

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut und der Poliklinik für Arbeitsmedizin
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. G. Fruhmann

DER EINFLUSS EINER AKUTEN UND CHRONISCHEN EXPOSITION
GEGENÜBER CALZIUMOXID-STÄUBEN AUF DIE LUNGENFUNKTION

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wolfram Heinz

aus

Georgsmarienhütte

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. R. Kessel
.....

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Fruhmann
.....

Prof. Dr. W. Forth
.....

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. M. Holbach
.....

Dekan: Prof. Dr. W. Spann
.....

Tag der mündlichen Prüfung: 28.01.1988
.....

Abkürzungen

1.	Einleitung	1
2.	Methodik	2
2.1	Der Arbeitsplatz	2
2.2	Die Kollektive	3
2.3	Staubmessung	4
2.4	Lungenfunktionsprüfung und Untersuchungsablauf	5
2.5	Metacholinprovokation und Atemwegswiderstand	5
2.6	Laborwerte	6
2.7	Statistik	6
3.	Ergebnisse	8
3.1	Die Staubbelastung	8
3.2	Akute Einwirkung CaO-haltiger Stäube auf die Lungenfunktion	9
3.2.1	Forcierte expiratorische Vitalkapazität	9
3.2.2	Ein-Sekunden-Wert	10
3.2.3	Oszillatorischer Atemwegswiderstand	11
3.2.4	Fluß-Volumen-Kurven	12
3.2.4.1	Maximaler expiratorischer Flow	13
3.2.4.2	Maximaler expiratorischer Flow bei 75% verbliebener Vitalkapazität	14
3.2.4.3	Maximaler expiratorischer Flow bei 50% verbliebener Vitalkapazität	15
3.2.4.4	Maximaler expiratorischer Flow bei 25% verbliebener Vitalkapazität	16
3.2.4.5	Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve	17
3.2.4.6	Der Einfluß des Zigarettenrauchens	19
3.2.4.7	Fluß-Volumen-Kurve und Gesamtstaubbelastung	25

	Seite
3.3	Chronische Einwirkung CaO-haltiger Stäube auf die Lungenfunktion 27
3.3.1	Anamnestiche Hinweise auf eine chronische Erkrankung des Bronchialsystems 27
3.3.2	Vitalkapazität und Ein-Sekunden- Wert in Abhängigkeit vom Alter 27
3.3.3	Vitalkapazität und Ein-Sekunden- Wert in Abhängigkeit von der Expositionsdauer 32
3.3.4	Metacholininhalation und Atemwegs- widerstand 34
3.3.4.1	Metacholininhalation Kollektive A und C 34
3.3.4.2	Metacholininhalation Kollektive A und C Raucher 35
3.3.4.3	Metacholininhalation Kollektive A und C Nichtraucher 36
3.3.5	Laborwerte 37
4.	Diskussion 38
5.	Zusammenfassung 43
	Literatur 45
	Lebenslauf

Abkürzungen

- A: Kennzeichnung des Hauptkollektivs; Calcium-oxid-Staubexposition und Hitze.
- B: Kennzeichnung des nicht exponierten Kontrollkollektivs, welches zu identischen Zeiten wie das Hauptkollektiv untersucht wurde.
- C: Kennzeichnung des zweiten nicht exponierten Kontrollkollektivs, welches vor Ort untersucht wurde.
- FEV 1: Forciertes expiratorisches Volumen nach einer Sekunde; Ein-Sekunden-Wert (l).
- Fläche Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve (lxl/s).
- F-V-K.:
- FVC: Forcierte expiratorische Vitalkapazität; expiratorisches Atemstoß-Volumen (l).
- MAK: Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (ppm).
- MEF 75: Maximaler expiratorischer Fluß bei 75% verbliebener Vitalkapazität (l/s).
- MEF 50: Maximaler expiratorischer Fluß bei 50% verbliebener Vitalkapazität (l/s).
- MEF 25: Maximaler expiratorischer Fluß bei 25% verbliebener Vitalkapazität (l/s).
- PEF: Maximaler expiratorischer Fluß; Peak Flow (l/s).
- Ros: Oszillatorischer Atemwegswiderstand (mbar/l/s).

1. Einleitung

Dank sicherheitstechnischer und wirtschaftlicher Vorteile hat die Spritzbetonbauweise in Druckluft, die erstmals 1981 im U-Bahnbau eingesetzt wurde, immer mehr an Bedeutung gewonnen.

Mit der raschen Verbreitung dieser Neuerung konnte die arbeitsmedizinische und wissenschaftliche Überwachung jedoch nicht Schritt halten und es besteht noch Unklarheit, inwieweit bei dieser Technik freiwerdende Stäube die Gesundheit gefährden können.

Es ist bekannt, daß diese Stäube nicht inert sind. Sie enthalten silikogene Bestandteile und sind mit einem pH-Wert von 12 stark alkalisch (16).

Aus bisherigen Untersuchungen der Stäube in Druckluft ist hervorgegangen, daß es im Laufe einer Schicht in Abhängigkeit zur Gesamtstaubbelastung zu meßbaren Veränderungen der Lungenfunktion kommt (16).

Zur Klärung, ob an den beschriebenen Abnahmen der Vitalkapazität und der Atemstromwerte die Alkalität verantwortlich ist, sollte ein beruflich gegenüber alkalisch wirkenden Stäuben exponiertes Kollektiv eingehender untersucht werden.

Wir wollten in dieser Studie prüfen, inwieweit neben einer akuten Wirkung der Stäube über eine Schicht auch eine längere Tätigkeit zu einer meßbaren Beeinträchtigung der Lungenfunktion führen kann.

2. Methodik

2.1 Der Arbeitsplatz

Branntkalk (CaO) und Koks/Anthrazit werden in Elektroreduktionsöfen bei Temperaturen von ca. 2200°C zu Carbid und CO -Gas umgesetzt:



Das beim Stoffumsatz entstandene Calciumcarbid wird schmelzflüssig über Ofenabstiche aus den Öfen abgezogen und in Pfannen eingefüllt. Hierzu sind manuelle Arbeiten erforderlich, die vom an den Ofenabstichen beschäftigten Personal ausgeführt werden. An den Abstichen werden im Arbeitsbereich Temperaturen bis zu 80°C gemessen.



Abb. 1: Ofenarbeiter mit einem Personal Air Sampler ausgerüstet am Abstich eines Elektroreduktionsofens.

Stäube, mit denen das Abstichpersonal in Berührung kommt, haben nach Angaben der Werksleitung folgende chemische Rahmenanalyse:

CaO	ca.	50-60%
FeO	ca.	10%
K ₂ O	ca.	1-2%
Na ₂ O	ca.	1-2%
CO ₂	ca.	8-10%
Fe ₂ O ₃	ca.	1-2%
Al ₂ O ₃	ca.	1-2%
SiO ₂	ca.	5-6%
MnO	ca.	0,5-1%

Tabelle 1: Chemische Analyse des Staubes in einem Carbid herstellenden Betrieb.

2.2 Die Kollektive

Das Hauptkollektiv (Kollektiv A) setzte sich aus Männern zusammen, die gegenüber Staub und Hitze exponiert waren. In diesem Kollektiv waren sowohl Ofenarbeiter mit sehr langer Expositionsdauer, als auch jüngere Arbeiter mit zum Teil sehr kurzer Expositionsdauer anzutreffen. Die Untersuchung erfolgte unmittelbar vor Beginn der Arbeit um 14.00 Uhr und nach Beendigung der Schicht um 22.00 Uhr.

Um störende Einflüsse auf die Meßergebnisse durch die circadiane Rhythmik auszuschließen, verglichen wir die Meßwerte mit den zu identischen Zeiten gewonnenen Daten des Kollektivs B, die bereits aus einer anderen Studie vorlagen (16).

Ein zweites Kontrollkollektiv C untersuchten wir vor Ort, um geographische und klimatische Unterschiede der Region zu berücksichtigen, sowie Langzeiteffekte einer chronischen Staubexposition nachweisen zu können.



Die wichtigsten Kenndaten der Kollektive zeigt die nachfolgende Tabelle:

	Kollektiv A	Kollektiv B	Kollektiv C
Anzahl	30	21	26
Alter	36,6J (20-59J)	28,2J (22-45J)	42,0J (18-61J)
Größe	173,4cm (163-185cm)	180,0cm (170-191cm)	173,7cm (164-187cm)
Gewicht	80,9kg (63-101kg)	75,9kg (60-92kg)	77,4kg (62-100kg)
Raucher	23	10	10
Expositions- jahre	7,7J (0,25-25J)		

Tabelle 2: Untersuchte Personen.

2.3. Staubmessung

Die Ofenarbeiter wurden zur Erfassung der Gesamtstaubbelastung während einer Arbeitsschicht mit einem Staubsammelgerät (Personal Air Sampler, Fa. Du Pont) ausgerüstet. Der mit einem Filter bestückte Meßkopf (35) befand sich während des Meßvorgangs auf Mundhöhe des Arbeitenden. Der Tiefenfilter, der den Staub zurückhielt, war zuvor markiert, getrocknet und gewogen worden. Nach der Schicht schloß sich das Wiegen der Filter nach einer standardisierten Methode (Ablesen des Meßwertes nach 10 s) an, sowie die chemische Analyse.

2.4 Lungenfunktionsprüfung und Untersuchungsablauf

Die Lungenfunktionsprüfung erfolgte am sitzenden Probanden. Als Meßgerät verwendeten wir den "Pneumscreen II" der Fa. Erich Jaeger und bestimmten damit die Vitalkapazität, den Ein-Sekunden-Wert, sowie die Fluß-Volumen-Kurve.

Der Festwertspeicher des "Pneumscreen II" gab Richtwerte (Sollwerte nach EGKS, 18) an, mit denen wir unsere individuell ermittelten Daten in Beziehung setzen konnten. Vor Beginn der Untersuchung gaben wir jeweils die aktuellen Umgebungsfaktoren in den Pneumscreen ein. Die Meßwerte und Kurven speicherten wir anschließend auf Magnetband (29). Zur Auswertung gelangten aus den vier erstellten Fluß-Volumen-Kurven nur die besten Kurven, die von uns gemittelt wurden. Bewertungskriterien für die Auswahl der Kurven waren Deckungsgleichheit und die gleichgroße Vitalkapazität. Die Messung des Atemwegswiderstandes nahmen wir mit dem Siregnost FD 5 der Fa. Siemens vor. Mit diesem Gerät konnte der Atemwegswiderstand oszillatorisch gemessen werden. In früheren Untersuchungen erwies sich dieses Verfahren bei Werten bis zu 7 mbar/l/s als verläßlich (12, 25, 40, 42, 46).

Wir achteten auf eindeutige und eindringliche Kommandos während der Lungenfunktionsprüfung, um Fehler, die die Ergebnisse verfälscht hätten, zu verhindern.

2.5 Metacholinprovokation und Atemwegswiderstand

Zusätzlich zu der Lungenfunktionsmessung wurde ein Metacholin-Inhalationstest (31, 32, 47) mit anschließender Bestimmung des Atemwegswiderstandes vorgenommen. Haupt- und Kontrollkollektiv C inhalierten jeweils fünf Atemzüge lang eine Metacholinlösung von 0,3% und 3%. Nachdem der Atemwegswiderstand in Ruhe

festgehalten worden war, inhalierten die Probanden zunächst eine 0,3%ige Metacholinlösung. Diese wurde mit einem Inhaliergerät angeboten. Sofort nach Beendigung der fünf Atemzüge ermittelten wir erneut den Atemwegswiderstand. Ebenso erfolgte gleich anschließend die Messung des Luftwegswiderstandes mit einer 3%igen Lösung. Personen, die nach der ersten Verdünnungsstufe hyperreaktiv reagierten, schlossen wir vom Durchgang mit der höheren Konzentration aus. Einen Anstieg des Ros um 50% im Vergleich zum Ausgangswert oder bei erhöhtem Ausgangswert einen Anstieg von Ros über 6,5 mbar/l/s werteten wir als "hyperreaktiv".

2.6 Laborwerte

Zum Abschluß der Untersuchungsreihe nahmen wir im Haupt- und Kontrollkollektiv C zur Bestimmung des kleinen Blutbildes, des Differentialblutbildes sowie der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit Venenblut ab. Aus Mittelstrahlurin wurde der Urinstatus erhoben und dokumentiert.

2.7 Statistik

Es gelangten nur jene Fluß-Volumen-Kurven zur Auswertung, die bezüglich Kurvenverlauf, Deckungsgleichheit und Maximalwerte übereinstimmten. Mit dem parameterfreien Test für korrelierende Stichproben nach Wilcoxon nahmen wir die statistische Absicherung der Ergebnisse auf den verschiedenen Signifikanzniveaus (5%, 1%, 0,1%) vor.

Wir bezogen die Rauchgewohnheiten sowie individuell gemessene Gesamtstaubkonzentrationen in unsere Betrachtung mit ein.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 2) erläutert die graphischen Darstellungen in den folgenden Abschnitten.

Zur besseren Orientierung ist einigen Abbildungen eine Fluß-Volumen-Kurve beigelegt. Die jeweils diskutierten Parameter sind hervorgehoben.

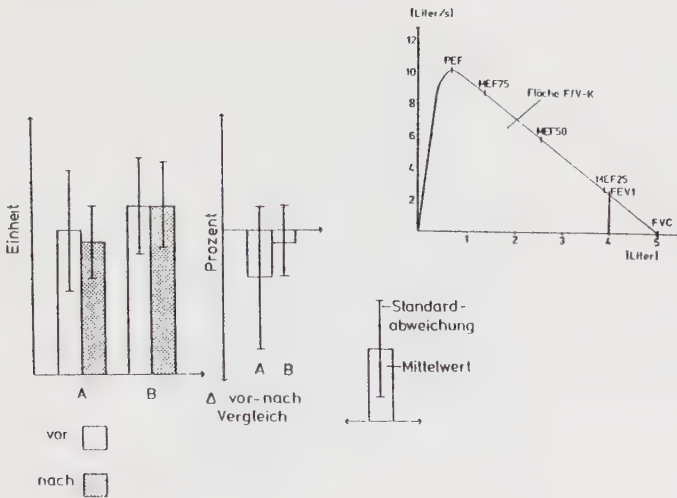


Abb. 2: Erläuterung der graphischen Darstellungen.

3. Ergebnisse

3.1 Die Staubbelastung

Den Hauptanteil des in der Carbid-Produktion anfallenden Staubes stellt Calciumoxid dar.

Prozentual entfallen ca. 60% des Gesamtstaubes auf Calciumoxid. Verschiedene Metalloxide sind in geringen Konzentrationen nachgewiesen worden.

Der pH-Wert betrug durchschnittlich 11,6 und lag damit deutlich im alkalischen Bereich.

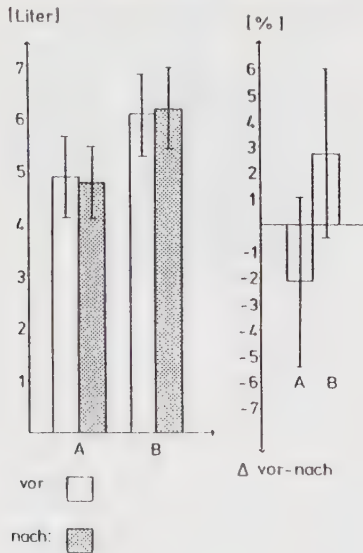
Die personenbezogene Staubbemessung an 19 Arbeitern über eine 8-Stunden-Schicht ergab eine mittlere Staubbela-stung von $8,7 \text{ mg/m}^3$ mit Schwankungen zwischen 1 mg/m^3 und 80 mg/m^3 .

Der Feinstaubanteil ist sehr hoch. Die Hälfte der Staub-partikel ist kleiner als $1 \text{ }\mu\text{m}$.

3.2 Akute Einwirkung CaO-haltiger Stäube auf die Lungenfunktion

3.2.1 Forcierte expiratorische Vitalkapazität

Forcierte, expiratorische Vitalkapazität(FVC):



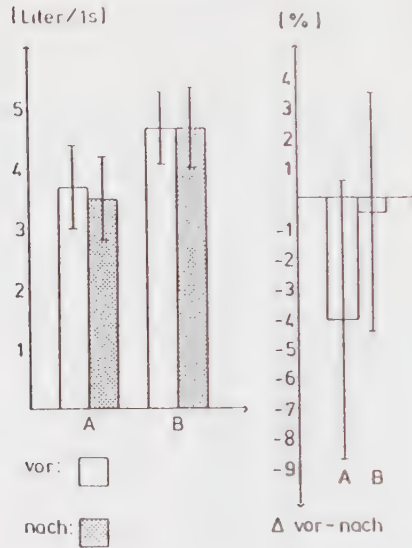
Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	4,9	4,8	-2,2	3,3%	5%
B	6,1	6,2	2,7	3,3%	1%

Abb.3: Absolute und relative Änderung der forcierten expiratorischen Vitalkapazität in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Die FVC nimmt im Hauptkollektiv um 2,2% signifikant ab ($p \leq 0,05$), im Kontrollkollektiv dagegen signifikant ($p \leq 0,01$) um 2,7% zu (Abb. 3).

3.2.2 Ein-Sekunden-Wert (Atemstoßtest nach Tiffeneau)

Ein-Sekunden-Wert (FEV1):

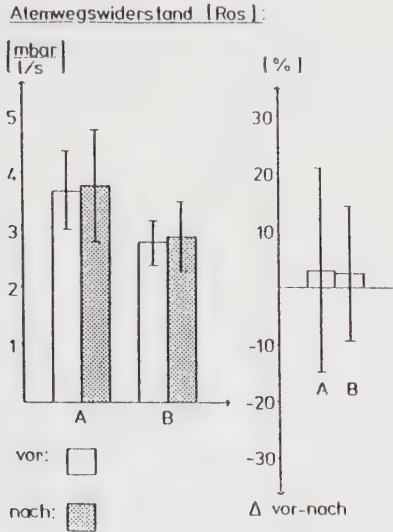


Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	3,7	3,5	-4,1	4,7%	1%
B	4,75	4,7	-0,5	4%	n.s.

Abb.4: Absolute und relative Änderung des Ein-Sekunden-Wertes in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Der Ein-Sekunden-Wert nimmt im Hauptkollektiv A um 4,1% signifikant ($p=0,01$) ab, während beim Vergleichskollektiv B keine wesentliche Änderung festzustellen ist (Abb. 4).

3.2.3 Oszillatorischer Atemwegswiderstand



Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	3,7	3,8	3,1	18,1%	n.s.
B	2,8	2,9	2,4	12,1%	n.s.

Abb.5: Absolute und relative Änderung des Atemwegswiderstandes (Ros) in Gruppe A (n=30, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Der oszillatorisch gemessene Atemwegswiderstand nimmt nur tendenziell im Kollektiv A (3,1%) und bei den Angestellten (2,4%) zu (Abb. 5).

3.2.4 Fluß-Volumen-Kurven

In den folgenden beiden Abbildungen werden exemplarisch zwei Fluß-Volumen-Kurven gegenübergestellt, um die Auswirkung von Calciumoxid-Staub und Hitze auf die dynamischen Größen der Lungenfunktion in der Übersicht im Vergleich zum Kontrollkollektiv darzustellen.

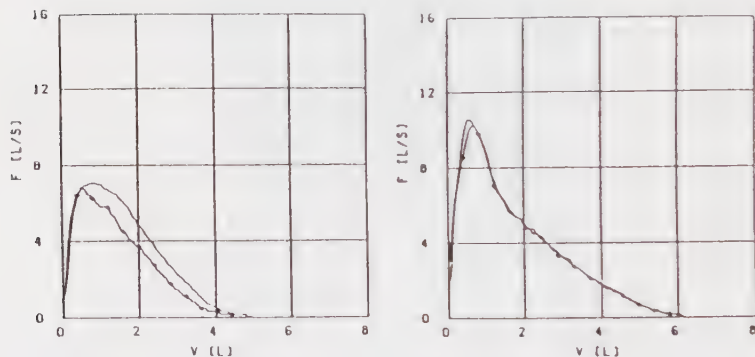
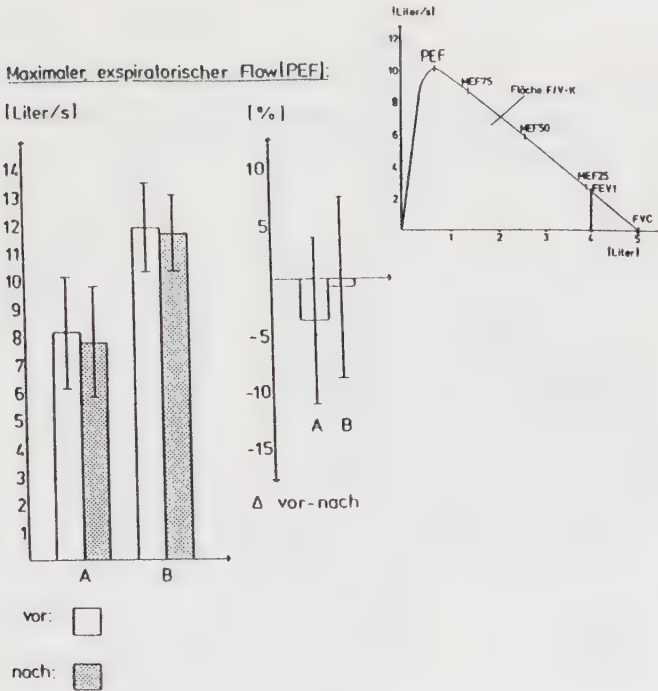


Abb.6: Die Fluß-Volumen-Kurven eines Ofenarbeiters (links) und einer nicht exponierten Vergleichsperson (rechts). Durchgezogene Linie: Messung vor der Schicht um 14.00 Uhr. Durch Punkte gekennzeichnete Linie: Messung nach der Schicht um 22.00 Uhr.

Im folgenden Teil werden die einzelnen ableitbaren Größen der Fluß-Volumen-Kurve (PEF, MEF 75, MEF 50, MEF 25, Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve) in ihren absoluten und relativen Werten aufgeführt.

3.2.4.1 Maximaler expiratorischer Flow

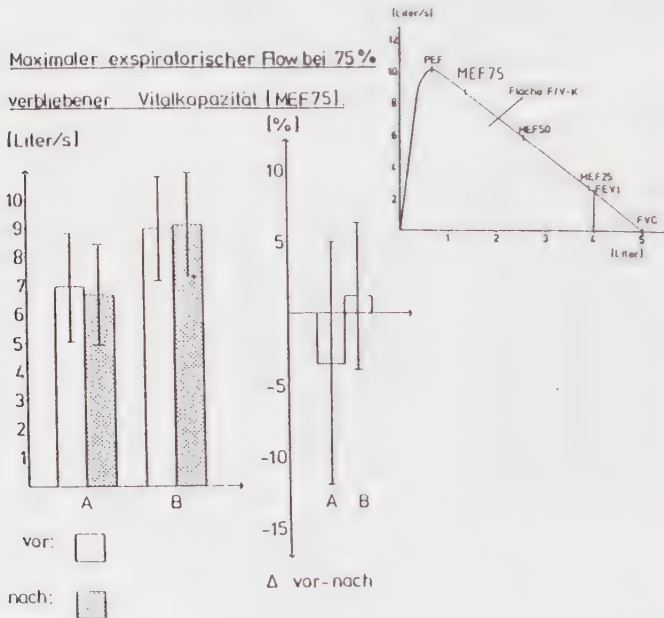


Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	8,2	7,8	-3,9	7,6%	5%
B	11,9	11,7	-0,7	8,3%	n.s.

Abb.7: Absolute und relative Änderung des maximalen expiratorischen Flows. Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

In Gruppe A nimmt PEF signifikant mit 3,9% ($p \leq 0,05$) stärker ab als in Gruppe B mit nur 0,7% (n.s.) (Abb. 7).

3.2.4.2 Maximaler expiratorischer Flow bei 75% verbliebener Vitalkapazität

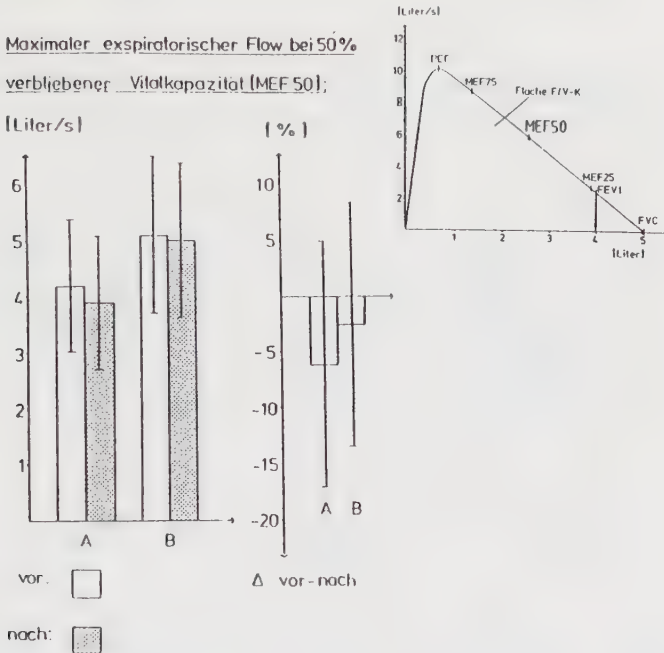


Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	7,0	6,7	-3,7	8,5%	5%
B	9,0	9,1	1,2	5,2%	n.s.

Abb.8: Absolute und relative Änderung des maximalen expiratorischen Flows bei 75% verbliebener Vitalkapazität in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Der maximale Flow bei 75% verbliebener Vitalkapazität nimmt im exponierten Kollektiv signifikant um 3,7% ab ($p \leq 0,05$). In Gruppe B steigt MEF 75 um 1,2% leicht, jedoch nicht signifikant an (Abb. 8).

3.2.4.3 Maximaler expiratorischer Flow bei 50% verbliebener Vitalkapazität



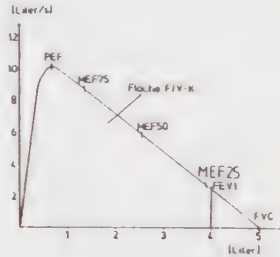
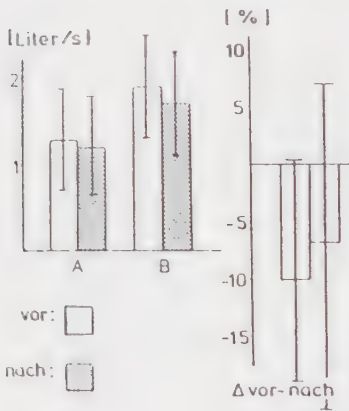
Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	4,2	3,9	-6,6	10,9%	5%
B	5,1	5,0	-2,6	11,2%	n.s.

Abb.9: Absolute und relative Änderung des maximalen expiratorischen Flows bei 50% verbliebener Vitalkapazität in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

In Gruppe A nimmt der maximale Flow bei 50% verbliebener Vitalkapazität um 6,6% signifikant ab ($p \leq 0,05$), während im Kollektiv der Angestellten mit 2,6% keine signifikante Abnahme von MEF 50 zu verzeichnen ist (Abb. 9).

3.2.4.4 Maximaler expiratorischer Flow bei 25% verbliebener Vitalkapazität

Maximaler, expiratorischer Flow bei 25 %
verbliebener Vitalkapazität (MEF25):

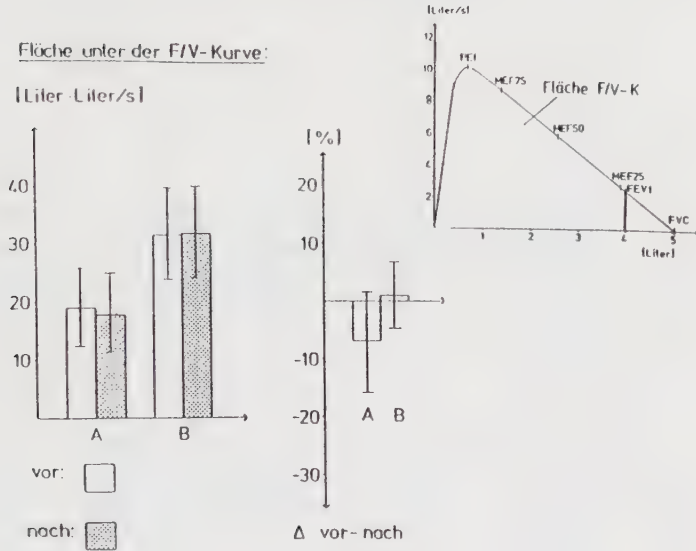


Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	1,3	1,2	-10,4	20,2%	n.s.
B	1,9	1,7	- 7,1	27,5%	n.s.

Abb.10: Absolute und relative Änderung des maximalen expiratorischen Flows bei 25% verbliebener Vitalkapazität in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Im Vergleich zu den Meßwerten vor der Schicht sinkt der Flow bei 25% verbliebener Vitalkapazität im Kollektiv A um 10,4%, in Gruppe B um 7,1%. Diese Änderungen sind statistisch nicht signifikant (Abb. 10).

3.2.4.5 Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve



Gruppe:	vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
A	19,4	18,0	-7,4	8,9%	1%
B	31,7	31,8	0,6	6,2%	n.s.

Abb.11: Absolute und relative Änderung der Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Im Verlauf einer Arbeitsschicht nimmt die Fläche der Fluß-Volumen-Kurve in Gruppe A im Mittel um 7,4% ab ($p \leq 0,01$), die der Gruppe B bleibt nahezu konstant (Abb. 11).

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 12) zeigt zusammenfassend die prozentualen Abweichungen der einzelnen Lungenfunktionswerte der Kollektive A und B in der Übersicht.

Vergleich Δ vor-nach Kollektive A,B:

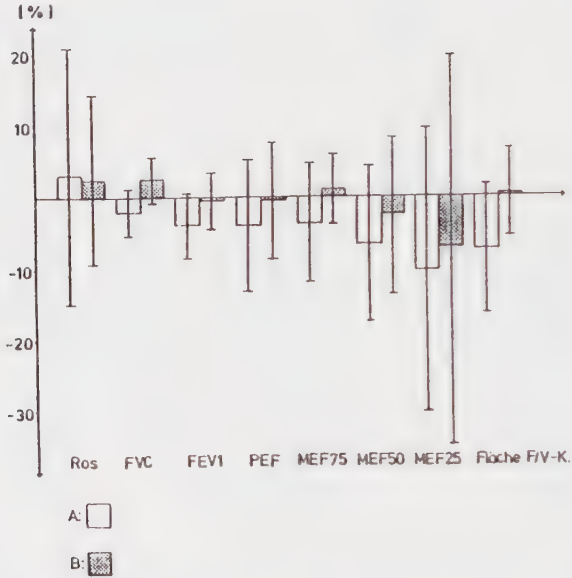


Abb.12: Die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte in Gruppe A (n=18, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=21, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

3.2.4.6 Der Einfluß des Zigarettenrauchens

Die Tabelle 3 zeigt in der Übersicht, unterschieden nach dem Rauchverhalten, die Lungenfunktionswerte des Kollektivs A.

Gruppe A:		vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
Ros	R	3,8	3,8	0,1	13,1%	n.s.
FVC	R	4,7	4,6	- 2,1	4,1%	5%
FEV 1	R	3,5	3,4	- 4,4	5,0%	5%
PEF	R	7,7	7,4	- 3,3	6,9%	5%
MEF 75	R	6,5	6,3	- 3,6	8,9%	5%
MEF 50	R	4,0	3,7	- 7,9	11,6%	5%
MEF 25	R	1,3	1,1	-14,4	19,8%	n.s.
Fläche	R	17,6	16,2	- 7,9	9,1%	1%
Ros	NR	3,5	4,0	12,9	28,4%	n.s.
FVC	NR	5,9	5,7	- 2,7	3,1%	n.s.
FEV 1	NR	4,5	4,4	- 2,5	3,7%	n.s.
PEF	NR	10,8	10,1	- 6,9	11,6%	n.s.
MEF 75	NR	9,2	8,9	- 4,2	7,7%	n.s.
MEF 50	NR	4,9	4,9	- 0,5	2,5%	n.s.
MEF 25	NR	1,5	1,7	9,4	4,8%	n.s.
Fläche	NR	28,4	27,0	- 5,2	9,2%	n.s.

Tabelle 3: Die absoluten und relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte von Rauchern (R) und Nichtrauchern (NR) in Gruppe A (CaO-Staub und Hitze, R: n=15, NR: n=3) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Die Atemfunktion der Nichtraucher des Hauptkollektivs ist besser als die der Raucher. Ros steigt im Mittel bei den Nichtrauchern um 0,5 mbar/l/s an, während der Atemwegswiderstand im Kollektiv der Raucher nahezu unverändert bleibt. Die Werte der Fluß-Volumen-Kurven ändern sich gleichsinnig, abgesehen von der MEF 25 (Tab. 3).

Abbildung 13 veranschaulicht die in Tabelle 3 aufgeführten Daten.

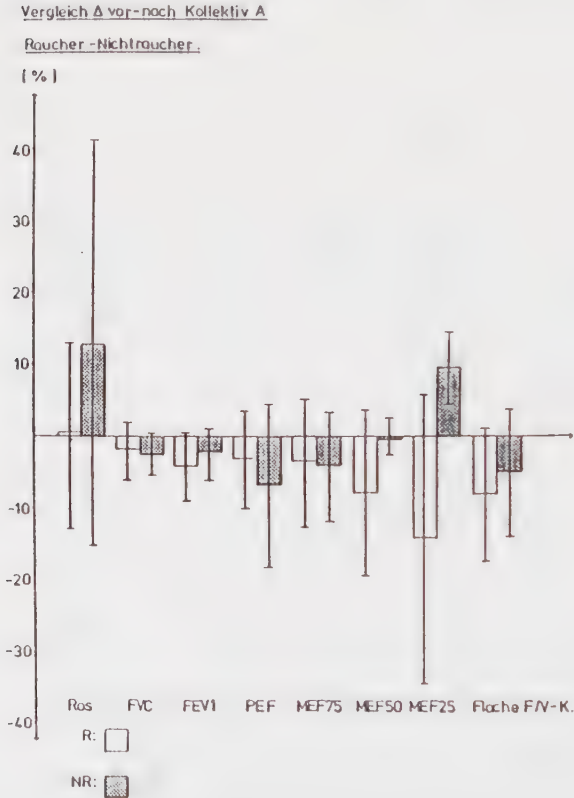


Abb. 13: Die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte von Rauchern (n=15) und Nichtrauchern (n=3) in Gruppe A (CaO-Staub und Hitze) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

In der Tabelle 4 sind die Werte des Kollektivs B dargestellt. Auch hier unterteilten wir die Probanden in Raucher und Nichtraucher.

Gruppe B:		vor:	nach:	%-Diff.:	St.-Abw.:	Sign.:
Ros	R	2,8	2,7	- 0,9	12,3%	n.s.
FVC	R	6,4	6,5	1,7	3,0%	n.s.
FEV 1	R	5,0	5,0	0,2	2,9%	n.s.
PEF	R	12,0	11,8	- 1,0	2,9%	n.s.
MEF 75	R	9,1	9,4	2,9	7,6%	n.s.
MEF 50	R	5,6	5,7	1,3	10,1%	n.s.
MEF 25	R	2,1	2,0	- 2,1	30,3%	n.s.
Fläche	R	34,9	35,4	1,6	5,6%	n.s.
Ros	NR	2,9	3,0	5,3	11,6%	n.s.
FVC	NR	5,8	6,0	3,6	4,5%	5%
FEV 1	NR	4,4	4,4	- 1,1	4,8%	n.s.
PEF	NR	11,7	11,6	- 0,4	8,7%	n.s.
MEF 75	NR	9,0	8,9	- 0,3	2,8%	n.s.
MEF 50	NR	4,8	4,4	- 6,1	11,5%	n.s.
MEF 25	NR	1,6	1,4	-12,7	25,1%	n.s.
Fläche	NR	28,8	28,5	- 0,3	6,8%	n.s.

Tabelle 4: Die absoluten und relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte von Rauchern (R) und Nichtrauchern (NR) in Gruppe B (Kontrolle, R: n=10, NR: n=11) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Die Meßergebnisse der Lungenfunktion vor und nach der Arbeit unterscheiden sich nur geringfügig. Auffällig ist ein Anstieg der FVC bei den Nichtrauchern der Gruppe B von 5,8 l auf 6,0 l ($p \leq 0,05$). Abbildung 14 zeigt die relativen Änderungen der einzelnen Parameter im Kollektiv B.

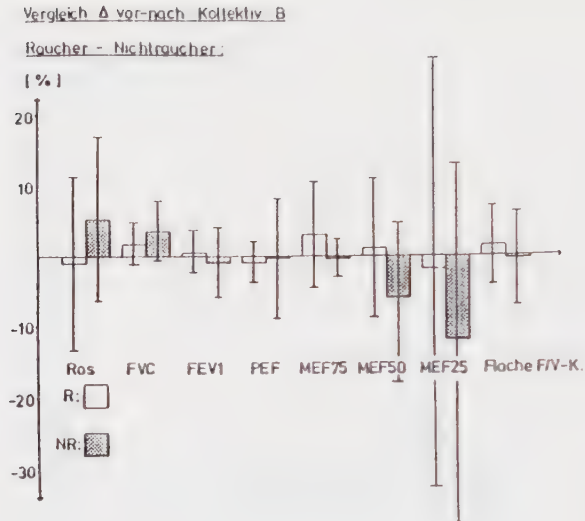


Abb. 14: Die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte von Rauchern (n=10) und Nichtrauchern (n=11) der Gruppe B (Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 15) zeigt die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte der Nichtraucher der Kollektive A und B (Tab. 3 und 4).

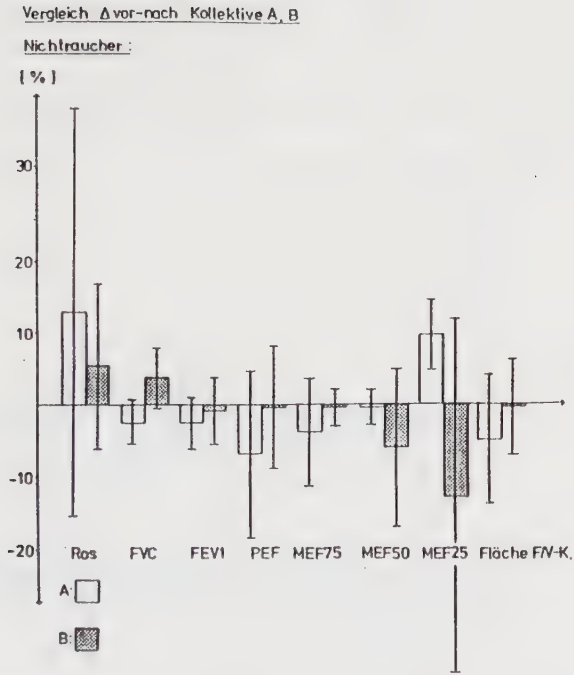


Abb.15: Die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte von Nichtrauchern in Gruppe A (n=3, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=11, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Der Atemwegswiderstand der Nichtraucher der Gruppe A steigt mit 12,9% deutlicher an als Ros der Nichtraucher im Kollektiv B. Hier läßt sich ein Anstieg um 5,3% festhalten. Während die forcierte expiratorische Vitalkapazität in Gruppe B um 3,6% ansteigt, sinkt FVC im Hauptkollektiv um 2,7%.

Der Spitzenfluß (PEF) und MEF 75 verringern sich mit 6,9% bzw. 4,2% deutlicher im Kollektiv der Arbeiter als im Kontrollkollektiv. PEF und MEF 75 sinken dort nur unwesentlich um 0,4% bzw. 0,3% (Abb. 15).

Die Abbildung 16 zeigt die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte der Raucher in beiden Gruppen.

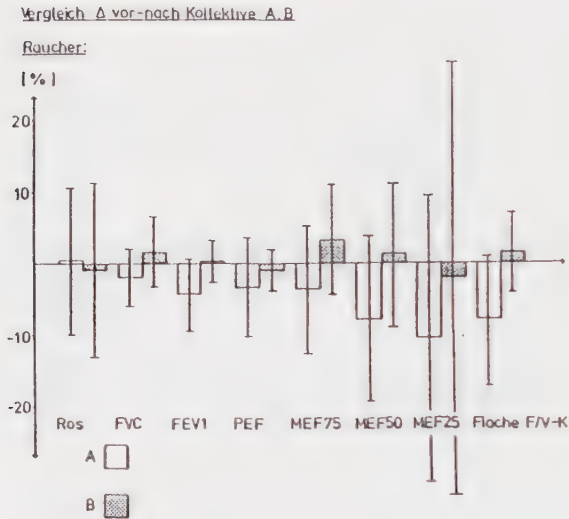
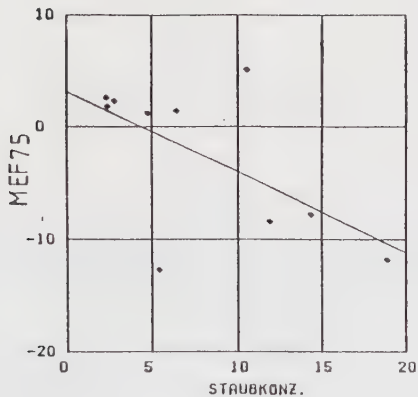


Abb.16: Die relativen Änderungen der Lungenfunktionswerte von Rauchern (R) in Gruppe A (n=15, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe B (n=10, Kontrolle) vor und nach der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Der Atemwegswiderstand steigt in Gruppe A um 0,1% an, in Gruppe B nimmt Ros um 0,9% ab. Die übrigen Werte sinken im Hauptkollektiv stärker ab als in der Kontrolle. Am deutlichsten sind die Unterschiede bei MEF 75 (-3,6%), MEF 50 (-7,9%), MEF 25 (-14,4%) und der Fläche der Fluß-Volumen-Kurve (-7,9%). MEF 75 (2,9%), MEF 50 (1,3%), MEF 25 (-2,1%) und Fläche F-V-K (1,6%) ändern sich nur geringfügig im Kollektiv der Angestellten (Abb. 16).

3.2.4.7 Fluß-Volumen-Kurve und Gesamtstaubkonzentration

Die von uns mit dem Personal Air Sampler ermittelten Gesamtstaubkonzentrationen setzten wir mit den verschiedenen Atemgrößen in Beziehung. Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 17 und Abb. 18) weisen negative Korrelationen auf.

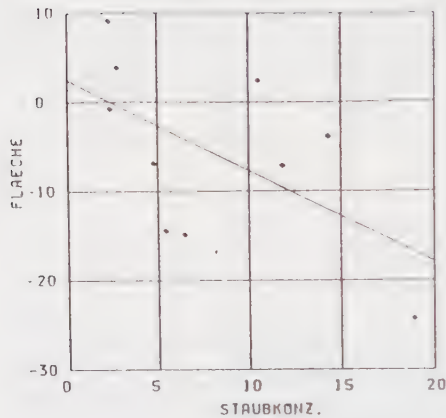


$$R = -.6$$

$$Y = 3.11 + (-.72) * X$$

Abb.17: Die relative Änderung des maximalen expiratorischen Flows bei 75% verbliebener Vitalkapazität in Abhängigkeit von der Gesamtstaubkonzentration während der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Zwischen MEF 75 und der Gesamtstaubbelastung besteht eine Korrelation, die jedoch nicht signifikant ist (Abb. 17).



$$R = -.57$$

$$Y = 2.42 + -1.02 \cdot X$$

Abb.18: Die relative Änderung der Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve in Abhängigkeit von der Gesamtstaubbelastung während der Schicht (14.00 bis 22.00 Uhr).

Die Regressionsgerade zeigt eine negative Korrelation zwischen der Abnahme der Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve und der Gesamtstaubkonzentration während einer Schicht (Abb. 18).

Die anderen Werte der Lungenfunktionsmessung weisen keine engere und signifikante Korrelation in Bezug auf die Gesamtstaubbelastung auf.

3.3 Chronische Einwirkung CaO-haltiger Stäube
auf die Lungenfunktion

3.3.1 Anamnestische Hinweise auf eine chronische
Erkrankung des Bronchialsystems

	Arbeiter		Angestellte	
	Raucher	Nichtraucher	Raucher	Nichtraucher
n	23	7	10	16
Husten	13	3	4	2
Auswurf	10	3	4	2

Tabelle 5: Prävalenz von atemtraktbezogenen Beschwerden.

Die Tabelle 5 zeigt keinen Unterschied bei Rauchern und Nichtrauchern beider Kollektive bezüglich Husten und Auswurf.

3.3.2 Vitalkapazität und Ein-Sekunden-Wert in
Abhängigkeit vom Alter

Im Folgenden untersuchten wir die Arbeiter hinsichtlich bleibender Veränderungen der Lungenfunktion. Die nachstehenden Abbildungen stellen die Beziehung zwischen der Vitalkapazität und dem Alter der Probanden in den Kollektiven A und C dar.

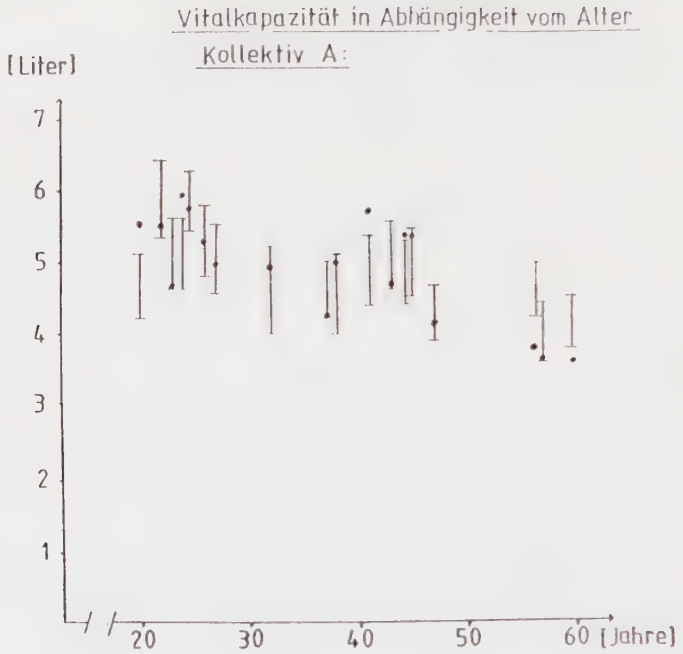


Abb.19: Vitalkapazität in Abhängigkeit vom Alter
Kollektiv A (n=18, CaO-Staub und Hitze).
Linie: Normbereiche nach EGKS, untere Be-
grenzung = 2 σ des Normwertes. Punkte:
Ist-Werte der Probanden.

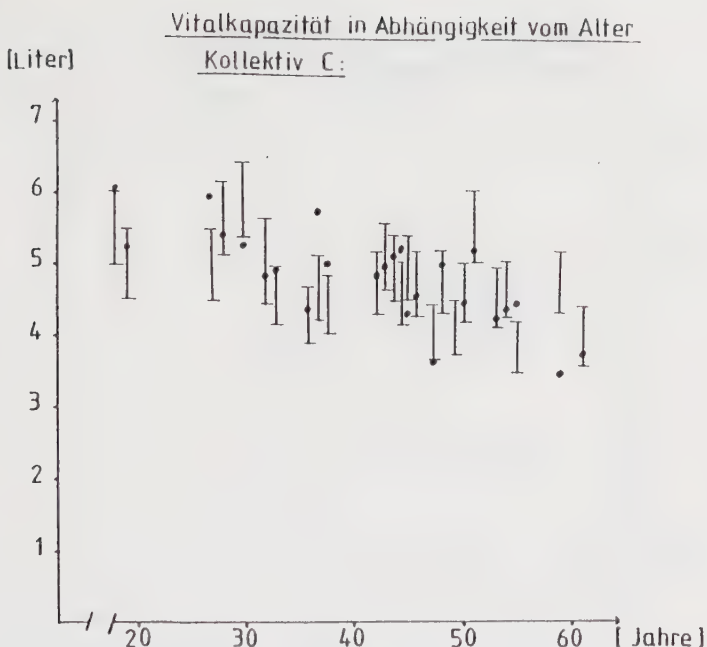


Abb.20: Vitalkapazität in Abhängigkeit vom Alter
Kollektiv C (n=26, Kontrolle). Linie: Norm-
bereiche nach EGKS, untere Begrenzung = 2 b
des Normwertes. Punkte: Ist-Werte der Pro-
banden.

Die Abbildungen (Abb. 19 und Abb. 20) verdeutlichen,
daß die Vitalkapazitäten der Probanden normalwertig
sind, abgesehen von zwei Fällen im Kollektiv A und
vier Fällen im Kollektiv C.

Der Ein-Sekunden-Wert, in Abhängigkeit vom Alter, weist
ebenfalls darauf hin, daß eine chronische Schädigung
durch CaO-haltige Stäube nicht vorliegt (Abb. 21).

Ein-Sekunden-Wert in Abhängigkeit vom
Alter Kollektiv A :

[Liter/s]

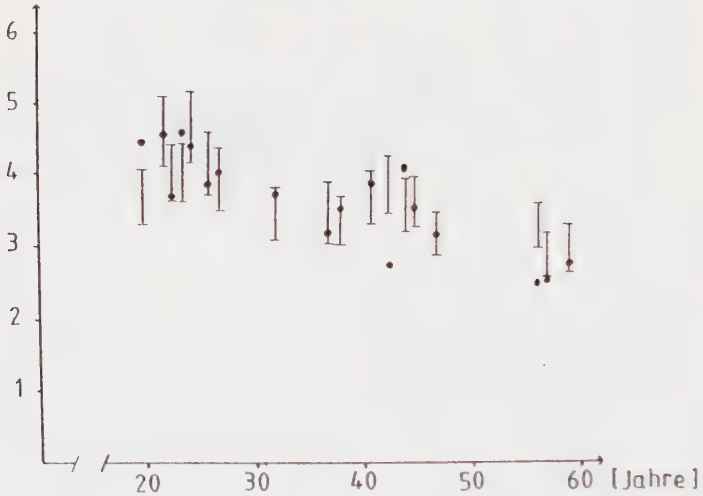


Abb.21: Ein-Sekunden-Wert in Abhängigkeit vom Alter
Kollektiv A (n=18, CaO-Staub und Hitze).
Linie: Normbereiche nach EGKS, untere
Begrenzung = 2,5 des Normwertes. Punkte: Ist-
Werte der Probanden.

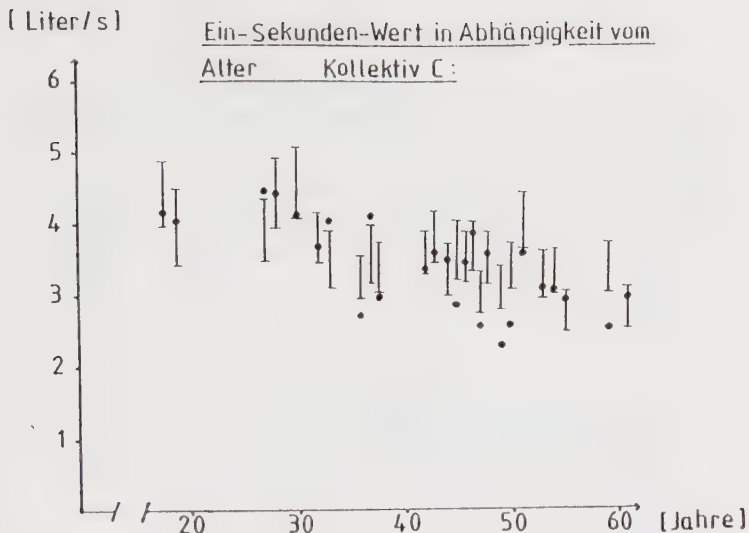


Abb.22: Ein-Sekunden-Wert in Abhängigkeit vom Alter Kollektiv C (n=26, Kontrolle). Linie: Normbereiche nach EGKS, untere Begrenzung = 2 l des Normwertes. Punkte: Ist-Werte der Probanden.

Das Kollektiv der Arbeiter weicht in drei Fällen von den Normwerten nach EGKS ab (Abb. 21). Die Angestellten liegen in sieben Fällen unterhalb der Normbereiche (Abb. 22).

3.3.3 Vitalkapazität und Ein-Sekunden-Wert in
..... Abhängigkeit von der Expositionsdauer
.....

Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 23 und Abb. 24) stellen das Verhältnis zwischen Vitalkapazität und Ein-Sekunden-Wert und der Expositionsdauer dar. Diese Art der Darstellung wurde gewählt, da ältere Arbeiter nicht notwendigerweise länger als jüngere Ofenarbeiter im Ofenbetrieb beschäftigt sein müssen.

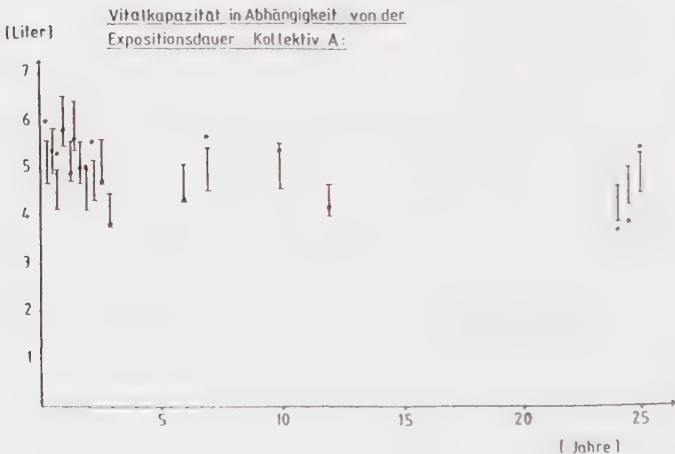


Abb.23: Vitalkapazität in Abhängigkeit von der Expositionsdauer Kollektiv A (n=18, CaO-Staub und Hitze). Linie: Normbereiche nach EGKS, untere Begrenzung = 2,6 des Normwertes. Punkte: Ist-Werte der Probanden.

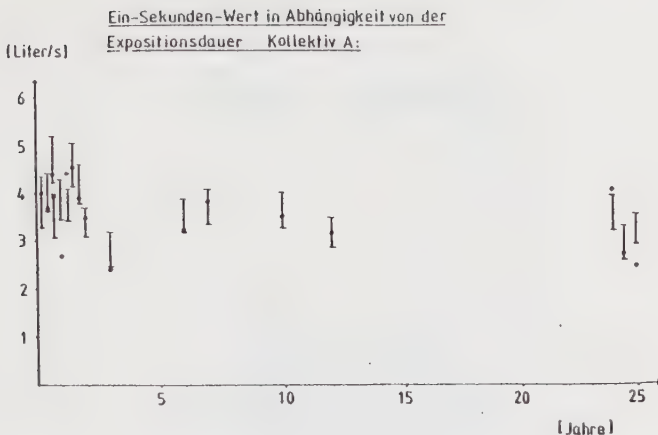


Abb.24: Ein-Sekunden-Wert in Abhängigkeit von der Expositionsdauer Kollektiv A (n=18, CaO-Staub und Hitze). Linie: Normbereiche nach EGKS, untere Begrenzung = 2 b des Normwertes. Punkte: Ist-Werte der Probanden.

In zwei (Abb. 23) bzw. drei (Abb. 24) Fällen ist ein Abweichen von den Normwerttabellen nach EGKS zu erkennen.

Insgesamt läßt sich eine Korrelation zwischen Dauer der Exposition gegenüber CaO-Staub und Hitze und den Werten der Lungenfunktion nicht nachweisen und statistisch sichern.

3.3.4 Metacholininhalation und Atemwegwiderstand

3.3.4.1 Metacholininhalation Kollektive A und C

Metacholinprovokation und Ros

Kollektive A, C:

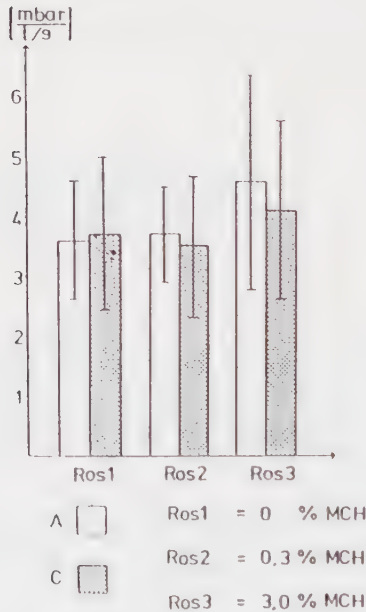


Abb.25: Inhalation von zwei Konzentrationen (0,3% und 3%) einer Metacholinlösung. Die absoluten Änderungen zum Ruhewert sind graphisch dargestellt. Kollektiv A (n=26, CaO-Staub und Hitze) und Kollektiv C (n=20, Kontrolle).

Die Staubexposition führt nicht zu einer Zunahme der bronchialen Hyperreaktivität.

3.3.4.2 Metacholininhalation Kollektiv A und C Raucher

Metacholinprovokation und Ros

Kollektive A, C Raucher:

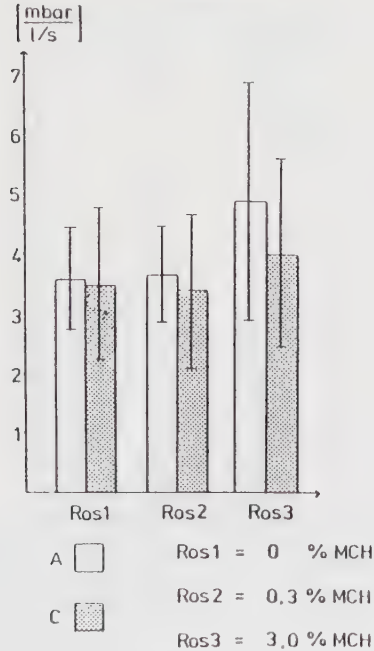


Abb.26: Inhalation von zwei Konzentrationen (0,3% und 3%) einer Metacholinlösung. Die absoluten Änderungen zum Ruhewert sind graphisch dargestellt. Kollektiv A Raucher (n=19, CaO-Staub und Hitze) Kollektiv C Raucher (n=10, Kontrolle).

Es reagieren vier Probanden der Gruppe A Metacholin positiv. Bei der Kontrollgruppe C lassen sich zwei positive Fälle festhalten. Daraus resultiert eine Mittelwerterhöhung beider Gruppen in Ros 3.

3.3.4.3 Metacholininhalation Kollektive A und C Nichtraucher

Metacholinprovokation und Ros

Kollektive A, C Nichtraucher:

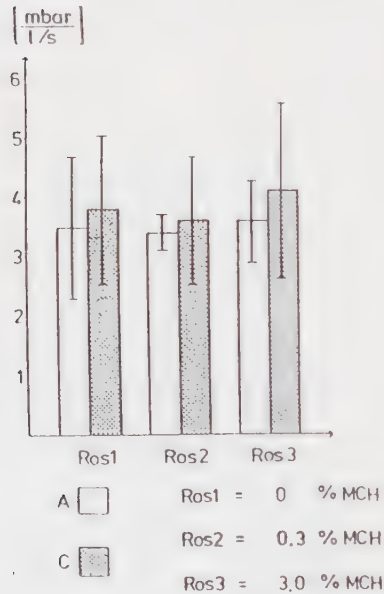


Abb.27: Inhalation von zwei Konzentrationen (0,3% und 3%) einer Metacholinlösung. Die absoluten Änderungen zum Ruhewert sind graphisch dargestellt. Kollektiv A Nichtraucher (n=7, CaO-Staub und Hitze) und Kollektiv C Nichtraucher (n=16, Kontrolle).

In zwei Fällen steigt Ros in der Kontrollgruppe C deutlich an. Im Hauptkollektiv A folgt dem Provokationsreiz nur ein geringer Anstieg von Ros.

3.3.5 Laborwerte

	Gruppe A (n=26)		Gruppe C (n=24)		
	$\bar{X}$:	St.-Abw.:	$\bar{X}$:	St.-Abw.:	Sign.:
BKS 1.Wert	8,5	8,3	4,3	4,1	5%
BKS 2.Wert	17,2	13,5	10,9	9,4	n.s.
Ery	5,5	0,4	5,4	0,3	n.s.
Hb	16,0	1,0	15,8	0,8	n.s.
Ht	46,5	2,5	44,0	3,5	0,1%
Leuko	6696	1826	6108	1517	n.s.
Stab	1,8	1,6	1,6	1,5	n.s.
Seg	55,2	9,5	53,4	6,7	n.s.
Lympho	32,2	8,2	34,8	6,5	n.s.
Mono	8,2	3,1	6,2	2,5	5%
Eos	3,0	2,2	4,3	3,8	n.s.
Bas	0,0	0,2	0,1	0,3	n.s.

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen vom kleinen und Differentialblutbild. Gruppe A (n=26, CaO-Staub und Hitze) und Gruppe C (n=24, Kontrolle).

Signifikante Unterschiede zeigen sich bei dem 1-Stunden-Wert der Blutkörperseukungsgeschwindigkeit, sowie beim Hämatokrit und der Monozytenzahl. Die Urinuntersuchung fiel unauffällig aus.

4. Diskussion

Im Staub, der neben Lärm, Hitze und anderen störenden Faktoren bei vielen Produktionsabläufen anfällt, wird allgemein eine Gefährdung der Gesundheit gesehen (4, 6, 20, 22, 26, 33, 43, 48).

Die vorliegende Studie beschäftigt sich in besonderem Maße mit der Auswirkung alkalischer Stäube auf das Strömungsverhalten in den Luftwegen. In einer früheren Arbeit (16) konnten wir Änderungen der Fluß-Volumen-Kurve an Spritzbetonarbeitern in Druckluft festhalten, die ebenfalls alkalischen Stäuben ausgesetzt waren.

Die Analyse des Staubes in der Calciumcarbid-Herstellung ergab einen mittleren Calciumoxid-Gehalt von 60%. Der pH-Wert lag deutlich im alkalischen Bereich. Ein hoher Anteil von Feinstaub wurde gemessen (36).

Die Staubbelastung über eine Schicht war recht unterschiedlich für die Ofenarbeiter mit Werten zwischen 1 mg/m^3 und 80 mg/m^3 . Ursächlich beteiligt an diesen großen Schwankungen sind Differenzen der reinen Arbeitszeit während einer Schicht. Reparaturarbeiten auf dem Herdbett der Öfen stellen eine zusätzliche Belastung dar.

Klinische Zeichen einer Exposition gegenüber ungelöschtem Kalk sind starke Reizungen der Augen, der Haut und der Atmungsorgane. Selbst Bronchitiden und Pneumonien sind nach Inhalation von CaO-Staub berichtet worden (17, 41). Verantwortlich für die Reizung der Haut und der Schleimhäute sind sowohl die Alkalität als auch die exotherme Reaktion von CaO mit Wasser.

Die akute Auswirkung CaO-haltiger Stäube auf die Lungenfunktion über eine Arbeitsschicht stellt sich in unserer Studie wie folgt dar:

Der Atemwegswiderstand (Ros) steigt nur geringfügig an. Nachdem Ros sich nicht signifikant ändert, gleichzeitig jedoch eine Strömungsabnahme in der Fluß-Volumen-Kurve zu verzeichnen ist, müssen sich Störungen im Bronchialsystem weiter distal der Trachea und der Hauptbronchien ergeben, die mit der Oszilloresistometrie nicht erfaßt werden können (7, 23, 24).

Der Spitzenfluß (PEF) nimmt um 3,9% signifikant ($p=0,05$) ab. Eine Abnahme von 20% und mehr, die ein Hinweis auf ein Asthma bronchiale sein kann (10), wird von keinem Probanden annähernd erreicht.

Der Ein-Sekunden-Wert sowie die MEF 75 und MEF 50 erfahren signifikante Abweichungen ($p=0,01$ bzw. $p=0,05$) während der Schicht.

Änderungen von FEV 1 und des maximalen mid-expiratorischen Flusses (MMEF) sind vielerorts in der Literatur bei Zementarbeitern beschrieben worden (5, 14, 15, 23, 26, 27, 30).

Die Abnahme dieser dynamischen Größen der Lungenfunktion weist auf periphere Abschnitte des Bronchialsystems als Wirkort des alkalischen Staubes hin (14, 23). Anhand eines Atemtraktmodells (34) konnte festgestellt werden, daß Calciumoxid-Staub in der Lunge in den Bronchien 2. und 3. Ordnung und in den Bronchioli terminales retiniert wird. In diesen Lungenabschnitten fand Pimentel (28) bei verstorbenen Zementarbeitern histiozytäre Granulome und irreguläre fibrohyaline Narben. Calciumoxid wurde durch die feingewebliche Untersuchung und durch die chemische Analyse in den Läsionen nachgewiesen.

Die gleichmäßige Abnahme der oben beschriebenen Parameter sowie der forcierten Vitalkapazität (FVC) könnte Anhalt dafür geben, daß die Veränderungen der Lungenfunktion in einer Arbeitsschicht eine Folge von Ermüdung sind. Eine frühere Untersuchung (27) zeigte jedoch, daß zementstaubexponierte Arbeiter, die körperlich arbeiteten, eine bessere Lungenfunktion aufwiesen als

körperlich weniger ausgelastete Beschäftigte. Der Grund für diese Beobachtung ist ein Trainingseffekt des Körpers, der durch regelmäßige Belastungen weniger leicht ermüdet.

Größere Bedeutung kommt dem Flüssigkeitsverlust durch extreme Hitze zu. Die Ofenarbeiter sind bei ihrer Tätigkeit am Abstieg Temperaturen von bis zu 80°C ausgesetzt. Infolge einer Erschlaffung des Gewebes ist ein Elastizitätsverlust des bronchopulmonalen Systems und somit eine Verringerung des Flows in den Luftwegen nicht auszuschließen (1, 3). Gesichert hingegen ist eine Häufung von chronischen Rhinitiden, Laryngitiden und Nebenhöhlenaffektionen, hervorgerufen durch intensive kurzweilige Ultrarotstrahlung am Abstieg von Öfen (1).

Unabhängig von den oben aufgeführten Einflußgrößen ist die Lungenfunktion tageszeitlichen Schwankungen unterworfen. In der Literatur (46) ist eine Änderung des Atemwegswiderstandes im Laufe des Tages beschrieben worden. Sowohl Gesunde, als auch Kranke mit Bronchialobstruktionen weisen Maxima des Atemwegswiderstandes mit Spitzen um 14.00 Uhr und 22.00 Uhr auf. Aus diesem Grund legten wir die Untersuchungszeiten entsprechend dieser Beobachtung fest, um eine Einflußnahme auf den Atemwegswiderstand, die Vitalkapazität und die dynamischen Größen der Lungenfunktion zu eliminieren. Weitere tageszeitliche Änderungen der Lungenfunktion (8, 10, 21), die die Ergebnisse falsch positiv hätten ausfallen lassen können, versuchten wir durch die Bildung eines Kontrollkollektivs mit identischen Untersuchungszeiten auszuschließen.

Zusätzlich erschwert wird die Interpretation der Ergebnisse durch das Rauchverhalten der Probanden. Wenn auch die Läsionen, die durch mineralischen Staub verursacht werden, sich morphologisch von Irritationen der Luftwege durch Zigarettenrauch unterscheiden (6), so sind die funktionellen Auswirkungen dieser Ver-

änderungen nicht leicht zu trennen. Lediglich graduelle Unterschiede im Ausmaß der Lungenfunktionsänderung lassen sich feststellen. So fällt die Einschränkung des Flows in den Luftwegen beim inhalativen Zigarettenrauchen geringer aus als bei Staubinhalationen (5, 6, 23, 37, 44). Für die meßbare Beeinträchtigung der Lungenfunktion, die sich während einer Schicht ergibt, kann das Rauchverhalten nicht allein verantwortlich gemacht werden (15), zumal beim Rauchen kein akuter Effekt auf die kleinen Luftwege nachzuweisen war (44). Insgesamt fallen die Lungenfunktionswerte der Raucher des Hauptkollektivs im unbelasteten Zustand schlechter aus als die Ruhewerte der Nichtraucher (39). Ein additiver Langzeiteffekt von Rauchen und Staub wäre zu diskutieren (30).

Neben der oben beschriebenen Akutwirkung CaO-haltiger Stäube auf die Atemorgane exponierter Personen untersuchten wir die Kollektive hinsichtlich bleibender Veränderungen der Lungenfunktion.

Eine erhöhte Inzidenz chronischer Reizzustände infolge beruflicher Schadstoffexposition (9, 11), wie sie bei Zementarbeitern beschrieben ist (13), können wir nicht verzeichnen. Unsere Ergebnisse lassen kein Vorherrschen von Husten und Auswurf bei CaO-Staub exponierten Personen erkennen. Die zu geringe Zahl der Probanden in den Untergruppen sowie der hohe Anteil von Rauchern im Kollektiv A erschweren ohnehin die Zuordnung der Symptome Husten und Auswurf zur ursächlichen Noxe.

Ein Rückgang des Ein-Sekunden-Wertes und der Vitalkapazität bei einer Staubbelastung über mehrere Jahre (43) ist nicht zu beobachten. Auch Ergebnissen von Schneider (39) und Saric (38), die einen über die Norm zunehmenden Rückgang des FEV₁-Wertes mit dem Alter bei Zementarbeitern beschreiben, können wir nicht zustimmen.

Röntgenologisch lassen sich bei Zementstaubexponierten nach 10 bis 17 Jahren in 19 bis 35% der Fälle eine vermehrte Lungengrundzeichnung und mitunter eine mikronoduläre Tüpfelung nachweisen (45). Inwiefern eine gewebliche Reizung der peripheren Luftwege durch alkalische Stäube zu einer Obstruktion führt (14) und konsekutiv ein Volumen pulmonum auctum entsteht (19, 43), läßt sich nur mit einer Erweiterung der Lungenfunktionsdiagnostik mit Messung des Residualvolumens sicher beurteilen.

Der Metacholinhalationstest sollte darüber Auskunft geben, inwiefern eine Exposition gegenüber alkalischem Staub zu einem hyperreagiblen Bronchialsystem führen kann (31, 32, 39, 47). Die Ergebnisse zeigen keine Häufung einer gesteigerten Obstruktionsbereitschaft der Bronchien der exponierten Personen.

Abschließend untersuchten wir das Blut der Kollektive A und C hinsichtlich Abweichungen von der Norm. Auffällig, wenngleich noch im Normbereich gelegen, waren Unterschiede im 1-Stunden-Wert der BKS und in der Monozytenzahl ($p=0,05$) sowie im Hämatokrit ($p=0,001$). Insbesondere der höhere Hämatokritwert im Kollektiv A spricht dafür, daß es sich um die Folge des großen Flüssigkeitsverlusts durch die Hitze mit einer daraus resultierenden Hämokonzentration handeln könnte.

5. Zusammenfassung

Eine frühere Untersuchung der Lungenfunktion von Spritzbetonarbeitern in Druckluft vor und nach einer Arbeitsschicht zeigte charakteristische Änderungen der Fluß-Volumen-Kurve auf sowie eine Verschlechterung der Lungenfunktionswerte in Abhängigkeit von der Gesamtstaubexposition.

Um zu klären, ob diese Änderungen durch die stark alkalisch wirkenden Spritzbetonstäube hervorgerufen sein könnten, sollte ein beruflich vorwiegend gegenüber CaO-haltigen Stäuben exponiertes Kollektiv untersucht werden.

30 an Elektroreduktionsöfen beschäftigte Arbeiter eines Carbid herstellenden Betriebes und zwei Kontrollkollektive von 21 bzw. 26 Angestellten unterzogen sich einer Lungenfunktionsanalyse vor und nach einer Arbeitsschicht. Personenbezogene Staubmessungen zur Ermittlung der Gesamtstaubbelastung wurden an den Arbeitern vorgenommen. Der Metacholininhalationstest und Laboruntersuchungen ergänzten die Studie.

Wir konnten feststellen:

- 1.) Der Atemwegswiderstand nimmt tendenziell um 3,1% zu.
- 2.) Der Ein-Sekunden-Wert nimmt signifikant um 4,1% ab ($p=0,01$).
- 3.) Die forcierte Vitalkapazität nimmt signifikant um 2,2% ab ($p=0,05$).
- 4.) Der maximale expiratorische Flow nimmt signifikant um 3,9% ab ($p=0,05$).
- 5.) Der maximale expiratorische Flow bei 75% verbliebener Vitalkapazität nimmt signifikant um 3,7% ab ($p=0,05$).
- 6.) Der maximale expiratorische Flow bei 50% verbliebener Vitalkapazität nimmt signifikant um 6,6% ab ($p=0,05$).

- 7.) Die Fläche unter der Fluß-Volumen-Kurve nimmt signifikant um 7,4% ab ($p=0,01$).
- 8.) Eine signifikante Abnahme der Vitalkapazität und des Ein-Sekunden-Wertes nach langjähriger Exposition gegenüber CaO-Staub läßt sich, verglichen mit den Altersnormwerten nach EGKS (18), nicht feststellen.

Die Ergebnisse lassen im Laufe einer Arbeitsschicht eine akute chemisch-irritative Wirkung der CaO-Stäube in den peripheren Luftwegen vermuten. Hinweise auf eine dauerhafte Schädigung des bronchopulmonalen Systems gibt es nicht.

Literatur

- 1 Beckenkamp, H. W., Hardeck, W.:
Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß von Hitze, inertem Staub und anderen potentiellen Noxen auf die Atemleistung von Arbeitern.
Inst. Arch. Gewerbepathologie 23 (1967) 175
- 2 Bohlig, H.:
Staubb lungenerkrankungen und ihre Differentialdiagnose.
Thieme Verlag, Stuttgart 1964, S. 69
- 3 Borneff, J., Blümlein, H.:
Über die Schädlichkeit der Hitzearbeit für die Atemwege.
Med. Klin. 13 (1960) 494
- 4 Bürkman n, I.:
Die Lungenfunktion bei Staubgefährdeten mit Langzeitexposition.
Z. Erkrank. Atm.-Org. 161 (1983) 204
- 5 Churg, A., Wright, J. L., Wiggs, B., Pare, P. D., Lazar, N.:
Small-airway disease and mineral dust exposure.
Am. Rev. Respir. Dis. 131 (1985) 139
- 6 Churg, A., Wright, J. L.:
Small-airway lesions in patients exposed to non-asbestos mineral dusts.
Hum. Pathol. 14 (1983) 688

- 7 Cosio, M., Ghezzi, H., Hogg, J. C., Corbin, R.,
Loveland, H., Dosman, J., Macklem, P. T.:
The relations between structural changes in small
airways and pulmonary-function tests.
N. Engl. J. Med. 298 (1977) 1277
- 8 Dimich, H. D., Sterling, T. D.:
Ventilatory function changes over a workshift.
Brit. J. Ind. Med. 38 (1981) 152
- 9 Graham, B. L., Dosman, J. A., Cotton, D. J.,
Weisstock, S. R., Lippi, V. G., Froh, F.:
Pulmonary function and respiratory symptoms in
potash workers.
J. Occup. Med. 26 (1984) 209
- 10 Hetzel, M. R., Clark, T. H. J., Brown, D.:
Normal circadian rhythms in peak expiratory flow
rate.
Thorax 33 (1978) 668
- 11 Jenny, M., Büttig, K., Horisberger, B., Havas, L.,
Grandjean, E.:
Arbeitsmedizinische Untersuchung in Zementfabriken.
Schweiz. Med. Wschr. 26 (1960) 705
- 12 Jeremie, U., Weitowitz, H.-J., Flügel, E.:
Erfahrungen mit einer praxisgerechten Methode
zur Atemwiderstandsmessung.
Verh. Dtsch. Ges. Arbeitsmed. 18, Gentner Verlag,
Stuttgart 1978, S. 393
- 13 Kalacic, I.:
Chronic nonspecific lung disease in cement workers.
Arch. Environ. Health 26 (1973) 78

- 14 Kalacic, I.:
Early detection of expiratory airflow obstruction
in cement workers.
Arch. Environ. Health 29 (1974) 147
- 15 Kalacic, I.:
Ventilatory lung function in cement workers.
Arch. Environ. Health 26 (1973) 84
- 16 Kessel, R., Mauer Mayer, R., Praml, G. J., Redl, M.:
Der Einfluß von Spritzbetonstäuben in Druckluft
auf die Lungenfunktion.
In: H. M. Bolt, C. Piekarsky, J. Rutenfranz (Hrsg.).
Verh. Dtsch. Ges. Arbeitsmed. 25, Gentner Verlag,
Stuttgart 1985, S. 49
- 17 Key, M. M., Henschel, A. E., Butler, J., Ligo, R. N.,
Tabershaw, I. R.:
Occupational Diseases.
U. S. Government Printing Office, Washington 1977,
S. 414
- 18 Kommission der Europäischen Gemeinschaft für Kohle
und Stahl:
Leitfaden für die praktische Durchführung der
Untersuchung der ventilatorischen Funktion durch
die Spirographie.
Schriftenreihe Arbeitshygiene und Arbeitsmedizin
11, Luxemburg 1973
- 19 Kühne, W.:
Staubinhalation, Lungenemphysem, Staublungen-
erkrankung.
Fischer Verlag, Jena 1965, S. 158

- 20 Löllgen, H., Nieding, G. v., Smidt, U.,
Krekeler, H.:
Zur Beurteilung der arbeitsplatzbedingten respira-
torischen Funktionsstörung mit dem pulmonalen
Altersäquivalent.
Arbeitsmedizin Sozialmedizin Präventivmedizin
11 (1979) 251
- 21 Love, R. G.:
Lung function studies before and after a work shift.
Brit. J. Ind. Med. 40 (1983) 153
- 22 Mandi, G., Galgoczy, G., Csukas, M., Villanyi, G.,
Naga, R.:
Beziehungen zwischen klinischen Symptomen, Raucher-
gewohnheiten und Lungenfunktionswerten bei staub-
exponierten Personen.
Int. Arch. Arbeitsmed. 30 (1972) 245
- 23 Mc Fadden, E. R., Linden, D. A.:
A reduction in maximum mid-expiratory flow rate.
Am. J. Med. 52 (1972) 725
- 24 Medici, T. C.:
"Small airways disease:" Fakten oder Fiktion?
Schweiz. Med. Wschr. 115 (1985) 592
- 25 Nolte, D.:
Abgestufte Lungenfunktionsprüfung.
Dt. Ärzteblatt 24 (1984) 1929
- 26 Oakes, D., Douglas, R., Knight, K., Wustemann, M.,
Mc Donald, J. C.:
Respiratory effects of prolonged exposure to
gypsum dust.
Ann. Occup. Hyg. 26 (1982) 833

- 27 Oleru, U. G.:
Pulmonary function and symptoms of Nigerian workers
exposed to cement dust.
Environmental Research 33 (1984) 379
- 28 Pimentel, J. C., Menezes, A. P.:
Pulmonary and hepatic granulomatous disorders due
to the inhalation of cement and mica dusts.
Thorax 33 (1978) 219
- 29 Praml, G. J., Mauermayer, K.:
Flow-Volume-Kurve: Speicherung einzelner Atemzüge
auf Magnetband.
Prax. Klin. Pneumol. 37 (1983) 232
- 30 Rasmussen, F. V., Borchsenius, L., Hotstein, B.,
Solvsteen, P.:
Lung function and long-term exposure to cement dust.
Scand. J. Resp. Dis. 58 (1977) 252
- 31 Rebohle, E.:
Berufliche Schadstoffexposition und deren Bedeutung
für die Entstehung obstruktiver chronischer Lungen-
krankheiten.
Z. Erkrank. Atm.-Org. 161 (1983) 266
- 32 Reed, C. E.:
The sympathetic and parasympathetic system in
bronchial hyperreactivity. A synthesis.
Eur. J. Respir. Dis. (Suppl.) 135 (1984) 91
- 33 Reichel, G.:
Staub am Arbeitsplatz.
Zbl. Arbeitsmed. 12 (1977) 289

- 34 Reiter, R., Pötl, K.:
Bestimmung der effektiven Gefährlichkeit von
Aerosolen und Stäuben mit Hilfe eines Atemtrakt-
modells.
Naturwissenschaften 52(5) (1965) 107
- 35 Riediger, G., Tobys, H. U., Schwaß, D.:
Arbeitshygienische Staubmeßtechnik.
Staub - Reinhalt. Luft 42 (1982) 3
- 36 Röddiger, H.:
Betriebsverhalten einer Pilotfilteranlage zur
Reinigung von Abgasen aus Carbidöfen.
Diplomarbeit. Institut für Mechanische Verfahrens-
technik und Mechanik der Universität Karlsruhe (TH)
1986.
- 37 Rom, W. H., Greeves, W., Bang, K. M., Holthausen, M.,
Campbell, D., Bernstein, R.:
An epidemiologic study of the respiratory effects
of trona dust.
Arch. Environ. Health 38(2) (1983) 86
- 38 Saric, M., Kalacic, I., Holetic, A.:
Follow-up of ventilatory lung function in a group
of cement workers.
Brit. J. Ind. Med. 33 (1976) 18
- 39 Schneider, W. D., Radelt, B., Rebohle, E.:
Erprobung eines arbeitsmedizinisch orientierten
bronchopulmonalen Screeningsprogramms an staub-
exponierten Werktätigen eines Zementwerks.
Z. Erkrank. Atm.-Org. 149 (1977) 319

- 40 Schnellbächer, F.:
Lungenfunktionsprüfungen mit der einfachen und der
erweiterten Oszilloresistometrie.
Dr. Curt Haefner Verlag, Heidelberg 1981, S. 8
- 41 Sittig, M.:
Handbook of toxic and hazardous chemicals.
Noyes Publications, New Jersey 1981, S. 125
- 42 Smidt, U.:
Moderne Atemfunktionsdiagnostik.
Internistische Welt 2 (1981) 3
- 43 Smidt, U.:
Dust exposure, chronic bronchitis and emphysema.
Eur. J. Respir. Dis. (Suppl) 118 (1982) 59
- 44 Taveira Da Silva, A. M.:
Effect of smoking a cigarette on the density
dependance of maximal expiratory flow.
Respiration 43 (1982) 258
- 45 Ulmer, W. T., Reichel, G.:
Pneumokoniosen.
Springer Verlag, Heidelberg 1976, S. 278
- 46 Ulmer, W. T., Reichel, G., Nolte, D.:
Die Lungenfunktion.
Thieme Verlag, Stuttgart 1983, S. 154
- 47 Ulmer, W. T., Islam, M. S.:
Die Azetylcholinempfindlichkeit des Bronchialbaumes.
Respiration 31 (1974) 137
- 48 Widdicombe, J. G., Kent, D. E., Nadel, J. A.:
Mechanism of bronchoconstriction during inhalation
of dust.
J. Appl. Physiol. 17(4) (1962) 613

LEBENS LAUF

Name: Wolfram Heinz

Geburtsdatum: 11. 09. 1960

Geburtsort: Georgsmarienhütte / Kreis Osnabrück

Grundschule: 1967 - 1968 Volksschule Georgsmarienhütte
1968 - 1970 Volksschule Salzgitter
1970 - 1971 Volksschule Lendringsen

Gymnasium: 1971 - 1974 Walram Gymnasium Menden
1974 - 1981 Kreisgymnasium Altötting

Studium: WS 1981/82 - SS 1983 Universität
Regensburg
WS 1983/84 - SS 1987 Technische
Universität München
August 1983 Ärztliche Vorprüfung
August 1984 1. Staatsexamen
August 1986 2. Staatsexamen

